

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

"ADAPTACION DEL NOPAL PARA TUNA O VERDURA COMO  
UNA SOLUCION A LA BAJA PRODUCTIVIDAD EN LA  
REGION DE PURUANDIRO MICH."

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

JOSE CISNEROS GUERRERO

GUADALAJARA, JALISCO. 1986



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Mayo 27, 1985.

C. PROFESORES

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA. DIRECTOR.

ING. CARLOS RAMOS ARREOLA. ASESOR.

ING. JOSÉ MARÍA AYALA RAMÍREZ. ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"ADAPTACION DEL NOPAL PARA TUNA O VERDURA COMO UNA SOLUCION A LA BAJA PRODUCTIVIDAD EN LA REGION DE PURUANDIRO, MICH."**

presentado por el PASANTE JOSÉ CISNEROS GUERRERO han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJA"  
EL SECRETARIC.

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Mayo 27, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.  
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_  
JOSE CISNEROS GUERRERO \_\_\_\_\_ titulada,

"ADAPTACION DEL NOPAL PARA TUNA O VERDURA COMO UNA SOLUCION A LA  
BAJA PRODUCTIVIDAD EN LA REGION DE PURUANDIRO, MICH."

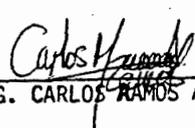
Damos nuestra aprobaci3n para la impresi3n de la  
misma.

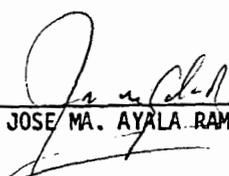
DIRECTOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.

ASESOR.

ASESOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. CARLOS RAMOS ARREOLA.

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ.

hlg.

A MIS PADRES: Jesús y Elena

A MIS HERMANOS: Héctor, Jaime, J. Jesús y Juan.

A MI ESPOSA: María y A MI HIJO: Alberto.

A MIS DEMAS FAMILIARES.

AL ING. REFUGIO CARDENAS BARRAGAN.

AL DR. Y LIC. GERARDO LUPIAN CONTRERAS.

A MI DIRECTOR DE TESIS Y ASESORES:

Ing. Salvador Mena Munguía

Ing. Carlos Ramos Arreola

Ing. José Ma. Ayala Ramírez

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

RECONOCIMIENTO A MIS MAESTROS.

A MI ESCUELA DE AGRICULTURA.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

## R E S U M E N

Los nopales han intervenido en la vida de numerosos grupos indígenas, subestimándose su gran importancia que tiene en la hoy urgente producción de alimentos, por su poca exigencia en cuanto a suelos.

Los nopales sirven para detener la erosión y -- aprovechar aquellos terrenos de baja calidad, o por las condiciones de baja precipitación donde el cultivo del maíz es muy poco rentable.

El nopal es originario del Continente Americano, se le encuentra distribuido desde Canadá hasta la Argentina.

### Clasificación Botánica del Nopal

ORDEN:	Cactales
FAMILIA:	Cactáceae
GENERO:	Opuntia
SUB-GENERO:	Platyopuntia
ESPECIE:	Varias

Estas plantas Xerófitas son arborescentes, arbustivas, con o sin tronco bien definido, artículos aplanados, fruto globoso; hay unas 60 especies de este subgénero. Todos los nopales han desarrollado, a través de la evolución, características morfológicas adaptadas a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de temperatura, la succulencia es su principal característica y resulta de la proliferación celular masiva de ciertos tejidos parenquimatosos asociada con un aumento en el tamaño de las vacuolas y a una disminución de -

los espacios intercelulares. Este fenómeno permite a los órganos de esta planta acumular grandes cantidades de -- agua en forma muy rápida, en el período corto de precipitación escasa.

#### LOS ORGANOS DEL NOPAL

LA RAIZ: Igual a otras dicotiledonias, sólo que posee cierta característica, ausencia de pelos absorbentes, mientras el suelo tenga poca humedad.

EL TALLO: Es craso erecto y en algunos casos rastrero.

LA HOJA: Sólo existe en los renuevos (pencas --  
tiernas).

LA FLOR: Se produce en las areolas en la parte -  
superior de las pencas.

EL FRUTO: Es una baya (tuna) unilocular.

#### ECOLOGIA DEL NOPAL

Hay dos factores: Físicos y Biológicos.

FISICOS: Fisiografía, clima.

BIOLOGICOS: Competencia, predación y parasitismo,  
polinización y dispersión.

#### REPRODUCCION DEL NOPAL

Puede ser sexual o por semilla y asexual o vegetativa. En el primer caso, es decir, la reproducción sexual es muy tardada y sólo se justifica para fines de investigación.

ción. En la reproducción asexual o vegetativa, es más sencilla y mantiene las características de la variedad.

#### CULTIVO DEL NOPAL

La época más adecuada para realizar la planta --  
ción son los meses de febrero a abril, aunque por falta de humedad en el suelo se puede sembrar en agosto o septiembre.

Para la siembra del nopal se pueden seguir dos métodos: a) Siembra de pencas completas; b) Siembra de plantas obtenidas de fracciones de pencas.

Preparación del Terreno: Un terreno bien preparado favorece el crecimiento y fructificación.

Distancias de plantación: Estas van en función del destino de la huerta, para fruta o verdura.

Podas: De formación y de producción.

Fertilización: En el primer año sólo se aplica fertilizante orgánico; en los años posteriores químico y estiércol.

Labores de cultivo: Aflojar la tierra de los ca  
jetes, controlar malas hierbas y combate de enfermedades y plagas.

El municipio de Puruándiro está situado en la --  
parte meridional del Estado de Michoacán a una altura -  
s.n.m. de 1840 mts., con una temperatura media de 19.7°C  
y una precipitación pluvial de 750 mm anuales; los sue -  
los de la región son vertisoles podzólicos, Chernozem, -

su geología está constituida por basaltos pomosos y hojo sos, la vegetación se clasifica como matorral subtropii - cal, vegetación crasicale formada por cactus y nopales.

Se adaptaron dos variedades:

Opuntia ficus indica (para verdura) 2000 plantas  
Opuntia megacantha (para fruta) 200 plantas

Se adquirieron en el Estado de Zacatecas.

Las dimensiones del terreno: 5000 m<sup>2</sup>

Diseño de la plantación:

- a) Marco real 4 x 4 para Opuntia megacantha, en 3200 m<sup>2</sup>
- b) 500 m<sup>2</sup> para Opuntia ficus indica, se plantó en terreno de estas dimensiones 30 x 17 m., dando 38 surcos de 17 mts. de largo, a una separación de 80 cms. entre surcos y 30 cms. entre plantas.

La siembra se realizó en el mes de septiembre.

Se fertilizó con estiércol de res, así como se aplicó fungicida Cupravit para prevenir enfermedades.

#### EL DISEÑO EXPERIMENTAL

De acuerdo a las características de los nopales, se escogió el de observaciones de parcelas apareadas o de Student, de las cuales las observaciones fueron el nú mero de brotes presentao. Los muestreos constaron de 5

plantas cada muestreo, realizando 10 por variedad. Los brotes se sumaron y se dividieron para trabajar con las medias de brotes por muestreo y con los cuales se procedió a la interpretación de la desviación estándar y la del error estándar para determinar la respuesta de la adaptación a los niveles de 5% y 1% de la Prueba de T.

## C O N T E N I D O

	Página
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
3. Historia del Nopal	3
4. Descripción Botánica	6
5. Ecología del Nopal	12
6. Reproducción del Nopal	15
7. Cultivo del Nopal	21
8. Materiales y Métodos	33
9. Resultados y Discusión	43
10. Conclusiones	47
11. Bibliografía	49



INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Página

1.	DISTRIBUCION DE LA PLANTACION EN EL - TERRENO .....	40
2.	CUADRO N° 1 - METODO DE OBSERVACIONES APAREADAS O DE STUDENT .....	42
3.	CUADRO N° 2 - MEDIAS DE BROTES POR -- MUESTREO .....	43

## 1. I N T R O D U C C I O N

Los nopales han intervenido en la vida de numerosos grupos indígenas del país desde épocas precortesianas al grado de existir ejemplos en los que la abundancia de esta cactácea ha determinado asentamientos humanos como lo demuestran diferentes toponimias entre las que destacan la Gran Tenochtitlán, Nochistlán, Nopalá, etc. Esta planta xerofita es pues el símbolo de nuestra mexicanidad ya que la palabra nopal significa en voces aztecas como nopalli - nopal nochtli - tuna. Hasta épocas recientes el nopal era motivo que alegraba el paisaje campestre, subestimandose su gran importancia que -- tiene en la hoy urgente producción de alimentos.

Paradójicamente son estas plantas las menos estudiadas, ya que su cultivo presenta servicios en los sue los erosionados por el sobrepastoreo o practicar agricultura con el sentido de la pendiente natural y las -- aguas broncas erocionan estas tierras por carecer de -- una defensa natural.

La erosión ya sea eólica, hídrica, causada por -- la gravedad, es muy silenciosa y casi no es apreciable por el ojo humano, sin embargo estas fuerzas naturales -- van barriendo el suelo y mermando la posible y precaria explotación en beneficio del hombre.

## 2. O B J E T I V O S

- 2.1. Determinar el grado de adaptación de dos variedades de nopal para verdura (*O. ficus indica*) y para fruta (*Opuntia megacantha*) en la región de Puruándiro.
  
- 2.2. Plantear una alternativa de cultivo más reduible a los productores, que en terrenos erosionados o pobres en cuanto a su calidad-agronómica y comparar con el ingreso que perciben por el monocultivo de maíz y colaborar a conservar el recurso suelo.

### 3. HISTORIA DEL NOPAL

#### 3.1. Historia del Nopal en México

El nopal es originario del continente Americano ya que se le encuentra distribuido desde el Canadá hasta la Argentina y preferentemente en todas las zonas áridas y semiáridas.

La historia de nuestro país y el folklore -- de los pueblos nos permiten conocer la importancia que adquirieron las cactáceas entre las tribus prehistóricas según se observa en sus códigos y monumentos, pinturas, cerámica y las numerosas voces con que las designaron y que aún persisten en nuestros días.

En la vida social, económica y religiosa de los Nahuas, las cactáceas desempeñaron un papel relevante, a tal grado que el escudo de Tenochtitlán ostentaba airoosamente un nopal, símbolo que conserva el escudo de nuestro México actual.

Estas plantas intervinieron en las celebraciones religiosas y algunas fueron elevadas a categoría de Dioses, se usaron con frecuencia en la magia, fueron empleadas en la curación de enfermedades, influyeron en forma determinante en la formación de poblaciones y se les tuvo en gran estima como plantas de ornato, algunos autores hacen mención que grandes señores como Netzahualcōyotl, Moctezuma, Xocoyotzin, gustaban de la botánica a tal grado que durante la época de su reinado fundaron los famosos jardines de Tetzcutzingo, Tenochtitlán, El Peñón, Oaxtepec, Atlixco e Ixtapalapa que llamaron -

la atención de los conquistadores por su hermosura. Las cactáceas tuvieron gran importancia tanto por la producción alimenticia que se obtenía de ellas como por sus cualidades medicinales, la iconografía indígena nos ha legado numerosas representaciones de nopal y entre ellas cabe señalar como una de las más interesantes el Tenochtli, o tuna de piedra representado como anteriormente se señala en el escudo de la Gran Tenochtitlán. En lo referente a los usos de los nopales en otras regiones del país (Benson y Walkington) (1968), mencionan que durante los siglos XVII y XVIII cuando los Padres Franciscanos establecieron sus misiones en Baja California Norte y zonas adyacentes iniciaron el establecimiento de algunos nopales que antes eran cultivados en el centro del país. Mencionan estos autores que tales especies correspondían a dos géneros muy emparentados, -- (Opuntia ficus indica) y (Opuntia megacantha) y que el nombre de la primera derivó de la manera como se conocían en esas provincias al fruto de estos nopales (Higo de los indios). Agregan que los padres misioneros y otros encontraron que estas cactáceas no sólo eran útiles por sus frutos sino también como una fuente importante de un material musilaginoso que servía de ligamento a los adobes en la construcción de las misiones. Con el transcurso del tiempo estas dos cactáceas fueron también plantadas en los ranchos tanto en los casos de la hacienda como alrededor de las habitaciones de los peones.

### 3.2 El Nopal en otras latitudes

En América existe y se desarrolla en casi todos los países que lo integran, pero quizá las mayores plan

taciones de nopal se encuentran en la República de Chile cerca de Santiago y Viña del Mar. Los conquistadores de México, españoles, lo llevaron a España donde propagó a todas las costas del Mediterráneo, adaptándose con mayor facilidad a las condiciones ecológicas de Portugal, Italia, Grecia y todo el Norte de Africa.

## 4.- DESCRIPCION BOTANICA

4.1. Taxonomía: El género opuntia está formado - por dos subgéneros:

Cylindropuntia: Que comprende a las Opuntias de forma cilíndrica como los órganos (pita-yos) cactus.

Platyopuntia: Que comprende las Opuntias de forma aplanada como los nopales.

Clasificación del Nopal

ORDEN:	Cactales
FAMILIA:	Cactáceae
GENERO:	Opuntia
SUB-GENERO:	Platyopuntia
ESPECIE:	Varias

Son plantas arborescentes arbustivas o raseras con o sin tronco bien definido, artículos aplanados (cladodios) de forma lanceolada, elípticos o sub orbiculares, las espinas no llevan vainas, las flores son grandes con los segmentos del perianto (corola) - frecuentemente amarillos, aunque a veces son de color rosa, anaranjado o rojizo, el estigma es multilobulado en número de cinco a diez lóbulos.

El fruto es globoso, ovoide turbinado pericarpio con areolas que llevan gloquideas y espinas setosas, - pulpa jugosa, semillas lenticulares con testa clara y arilo ancho, embrión con hipocotilo y cotiledones grandes, perisperma bien desarrollado.

En el sub'género *Platyopuntia* la clasificación de las especies es bastante difícil debido al gran poliformismo determinado por la hibridación (polinización cruzada), ya que existen diferencias considerables en las variedades tetraploides tanto en el tamaño y forma de sus tallos, como en la sexualidad existiendo las condiciones Dióica y Hermafrodita. Es uno de los más diversificados y abundantes en la República Mexicana; se presentan prácticamente en todos los tipos de vegetación de las zonas áridas y semiáridas y con frecuencia aparecen también en zonas tropicales y templadas.

Bravo-Hollins (1978) reconoce aproximadamente unas 60 especies mexicanas de este sub'género.

#### 4.2. Morfología del Nopal.

Todas las especies del nopal (*Opuntia* spp.) han desarrollado a través de la evolución, características morfológicas adaptadas a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de temperatura y en general a las diversas condiciones de las zonas áridas y semiáridas del país, a pesar de que algunas de estas especies han colonizado ambientes con mayor provisión de agua.

Algunos de estos caracteres "Xeromórficos" se relacionan directamente con la máxima eficiencia en la absorción y almacenamiento de agua y otras parecen tener importancia indirecta al evitar el excesivo calentamiento del sol o defender las partes blandas de depredadores.

La succulencia es la principal característica morfológica de los nopales y de la mayoría de las Cactáceas. Esta puede considerarse como el sello distintivo de su parte aérea (tallos, flores y frutos) y resulta de la proliferación celular masiva de ciertos tejidos Parenquimatosos asociada a un aumento en el tamaño de las vacuolas y a una disminución de los espacios intercelulares.

Este fenómeno permite a los órganos de estas plantas acumular grandes cantidades de agua en forma muy rápida durante los breves períodos de humedad y por otra parte las formas esféricas o suculentas representan los cuerpos más eficientes para evitar la evapotranspiración.

### Descripción de los Diferentes

#### Organos del Nopal

- 1) Raíz: No obstante que son semejantes a la de otras dicotiledóneas, las raíces de los nopales tienen ciertas peculiaridades:
  - a) Por su origen derivan de la radícula, aunque en ocasiones pueden estimularse el desarrollo de raíz a partir del tallo.
  - b) Por su forma son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta.
  - c) Generalmente son gruesas pero no suculentas, de tamaño y ancho variables en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea.
  - d) Por su duración, el sistema radicular de los nopales es perenne o permanente.

- e) Otras características de la raíz es la ausencia de pelos absorventes mientras el medio edafico se encuentre con escasa humedad, en cambio cuando existe agua disponible en el suelo, se estimula el desarrollo de estos pelos y la velocidad de absorción del agua y nutrientes se torna sorprendentemente alta.
- 2) Tallo: Es craso, erecto (en algunas especies rastre ro) ramificado y multiarticulado. Se compone de un tronco cilíndrico y de ramas aplanadas y discoides (cladodios o pencas) posee cutícula gruesa y está adaptado para almacenar agua en sus tejidos. Cada uno de sus artículos recibe el nombre particular de pencas, su aspecto es comprimido, tiene forma de raqueta y botánicamente reciben el nombre de cladodios, son de color verde y tienen función fotosintética ya que presenta abundante parénquima clorofílico. Los efectos de las intensas y prolongadas sequías, así como las abrasadoras ondas cálidas a que están expuestas las plantas afectan el tamaño y forma de sus tallos.
- 3) Hoja: Solamente existen en los renuevos de pencas (cladodios) cuando están tiernas. Son hojitas cilíndricas y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas en cuyas axilas se encuentran las areólas de las cuales brotan las espinas. Las hojas desaparecen completamente al alcanzar la penca cierto grado de desarrollo o sea en unos cuantos días en cuyo lugar quedan las espinas.

- 4) Flor: La inflorescencia de la planta se produce en las aréolas (Homólogas de las yemas en otras dicotiledóneas) localizadas en la parte superior de las pencas. Cada aréola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, ya que algunas pueden brotar al primer año y en otras al segundo o al tercero. Sus pétalos poseen colores vivos amarillos, anaranjados, rojo, rosa, salmón, etc., según la especie de nopal, por lo general - las flores son grandes, el ovario es infero-unilocular con muchos óvulos y lóbulos del estigma (cinco a diez) el Androceo posee gran cantidad de estambres, son hermafroditas anatómicas, algunas sin embargo son unisexuales por atrofia del androceo o del gineceo respectivamente, la floración tiene lugar en primavera, durante los meses de marzo, abril y mayo, aunque hay veces que se lleva a efecto en otros meses del año. Una vez efectuada la fecundación, el periantio se marchita y cae, pero a veces permanece adherido al fruto por algún tiempo.

El hecho de que los nopales tengan polinización cruzada, presenta desde el punto de vista evolutivo, una ventaja significativa, porque permite un grado máximo de adaptación a las condiciones ambientales en las que se desarrollan.

- 5) El Fruto del Nopal (Tuna): Es una baya unilocular-polisperma, carnosa, de forma ovoide a esférica; sus dimensiones y coloraciones pueden-

variar según la especie, encontrándose frutos de 4 a 12 cms. o más de longitud, de color - amarillo canario, amarillo limón, anaranjado, rojo, guinda, rojo-morado, verde-tierno, blanco-verdoso, etc. Semillas lenticulares con - testa clara y arilo ancho, embrión curvo, cotiletones grandes y perisperma bien desarrollado.

## 5. ECOLOGIA DEL NOPAL

Los aspectos ambientales que influyen directamente o indirectamente sobre el crecimiento y distribución geográfica de las Opuntias.

Los factores ambientales considerados son-- de dos tipos físicos y biológicos.

### 5.1 Factores Físicos.

Fisiografía: Las poblaciones silvestres del nopal (*Opuntia* spp) encuentran las condiciones propicias para su establecimiento en cualquier tipo de topografía.

En cuanto a la altitud puede decirse que - existen especies cuyos rangos altitudinales son amplios a diferencia de otras especies que tienen rangos más - estrechos, algunas especies se desarrollan muy cerca - del nivel del mar como (*Opuntia stricta*), y otras como *Opuntia streptacantha* (Cardon) que crecen sin dificultad en altitudes hasta de 2,700 metros sobre el nivel del mar. Las distintas especies de nopal se desarrollan bien en la mayoría de los suelos existentes en el país. Algunas especies se desarrollan mejor en suelos de origen ígneo o suelos calcáreos con pH neutro a lig. alcalino.

Clima: En general el nopal y otras cactáceas crecen bien en lugares donde las temperaturas medias - anuales se aproximen a los 23° C, un dato interesante es que las especies del género *Opuntia* pueden soportar

temperaturas extremas de  $-10^{\circ}$  C. hasta  $50^{\circ}$  C. mínima y máxima respectivamente.

Bravo-Hollins (1978) dice que por lo que se refiere a la humedad aunque las cactáceas son inmunes a los largos períodos de sequía, necesitan de las lluvias anuales para reponer el agua que pierden sus tejidos, las especies *Opuntia* (nopales) son las más afectadas ya que en condiciones de aguda sequía sus tallos se adelgazan, arrugan y hasta pueden desprenderse del tronco. Las poblaciones silvestres de nopal se distribuyen principalmente en las zonas con precipitación media anual de 150 mm. o más, en climas semisecos o esteparios con lluvias en verano (ESw). Semisecos o esteparios con lluvias escasas en todas las estaciones del año (ESx) y en climas desérticos con lluvias en verano, en cualquier época del año y en invierno (Bww, Bwx y Bws).

## 5.2. Factores Bióticos o Biológicos

Con respecto a los factores bióticos cabe mencionar que es poca información ecológica disponible sobre como afecta la competencia, la predación y la dispersión en distintas especies de *Opuntia*, a diferencia en los casos de polinización y parasitismo.

Competencia: En las poblaciones silvestres de nopal que se distribuyen en condiciones de aridez es posible que se presente el tipo de competencia por nutrientes con otras especies y entre sí, ésta se debe a la escasa disponibilidad de nutrientes y agua en estas regiones. Se considera que a nivel del suelo (raíces)-

ocurre este tipo de relación, mientras que en la parte aérea de las plantas ésta sería irrelevante por el amplio espacio disponible en la mayor parte de los habitats.

Predación y Parasitismo: Estos dos factores son muy importantes y en la mayoría de los casos limitantes en el crecimiento de prácticamente todas las especies de nopal (*Opuntia* spp) ya que son atacadas por ciertas plagas que limitan su crecimiento.

Polinización: Según Bautelspacher (1971) *Opuntia* *tormentosa* y *Opuntia* *robusta* poseen polinización cruzada gracias a la actividad de algunas abejas del género (*Magachile*) y en menor proporción por *Apis mellifera* - (abeja común).

Dispersión: Es obvio que en el nopal el tipo de dispersión prevaleciente es el tipo endozoocoria, es decir por animales (principalmente aves) las cuales ingieren los frutos como alimento: como las semillas llevan cubiertas duras (testa) estas pasan a través de los tractos digestivos sin ser dañadas y de esa forma viajan distancias variables antes de ser excretadas. Es de pensarse entonces que la amplia distribución geográfica de los nopales en México está relacionada con la facultad de transportación de las semillas de sus frutos por las aves a largas distancias, además de la influencia humana ejercida en la distribución de algunas especies más o menos domesticadas.

## 6. REPRODUCCION DEL NOPAL

### 6.1. Reproducción Sexual

La reproducción por semilla en los nopales es poco conocida y es más compleja que la reproducción asexual, ya que en este sistema la planta tarda más -- tiempo en iniciar su producción y además resulta heterogénea en todas sus características por ser la planta de polinización cruzada.

Rodríguez (1982) citando a varios autores, -- expone que la apomixis es definida como una forma de -- sustitución del proceso reproductivo sexual donde no -- están implicadas la segregación genética y la recombinación, también se menciona el desarrollo del endospermo, en *Opuntia aurántica* no depende de la fecundación, este pudiera ser también posible en *Opuntia amyloaceae*, aunque no se encuentren publicaciones de este fenómeno de Agamospermia, la semilla es el agente de reproducción, pero el embrión es formado por algún proceso durante la Meiosis y la singamia se encuentran diferentes formas de producción de embriones adventicios, saco embrionario deiploide o huevo partenogénicos aposporia y diplosporia.

#### Metodología de la Reproducción Sexual

Germinación. Si no se tiene sistema de charolas o camas de siembra con temperatura controlada, -- serán los meses de marzo y abril los más adecuados para sembrar si se cuenta con el sistema mencionado, el proceso se puede realizar a lo largo de todo el año, --

la temperatura óptima de germinación será de 22° C. a 29° C.

Se deberán desinfectar las semillas antes - de la siembra con fungicidas (Captan, Semesan o Thiram) en polvo.

En un metro cuadrado de superficie deben germinarse unas 10,000 semillas. La siembra debe hacerse esparciendo la semilla con cuidado y en forma homogénea sobre la superficie del suelo.

Deben de utilizarse charolas de 6 cms. de - profundidad, con pequeños agujeros en el fondo.

La mezcla de suelo recomendada estará com - puesta de siete partes de turba fina de musgo (o tierra de hoja), dos partes de tierra ligera y una parte de arena tamizada de 0.5 a 1.0 mm. de diámetro. Esta - mezcla deberá esterilizarse con calor previamente).

Después de esparcir las semillas, estas se presionan levemente contra el suelo, con ayuda de una tabla plana, se cubren las semillas con arena de río - lavada de 1 mm. de diámetro, formando una fina capa de 1 a 1.5 mm. de espesor, se humedece el suelo tratando de mantener constante la humedad durante todo el tiempo de la etapa de germinación. El riego se puede hacer introduciendo las charolas hasta la mitad de su altura en el recipiente que contenga agua tibia, finalizando el riego en el momento que se observe la humedad en la superficie del suelo.

La germinación se lleva a cabo en un período que varía entre cinco y quince días.

#### Establecimiento de Plántulas

Se aplicarán fungicidas Captan (150 - 200 - grs. x 100 litros de agua). Cada 10 días deberá regarse y aplicar un fertilizante de fórmula 10-20-30 con microelementos a la dosis de 2 grs./litro de agua.

Cuando las plántulas crezcan aproximadamente 2.5 cms. de altura deberán transplantarse en charolas más profundas (15 cms. y con suelo menos turboso y más nutritivo, plantándose a una distancia de 5 cms. - entre sí.

Una vez instalada en su nueva ubicación, - los pequeños nopales requieren de una ligera humedad - constante en el suelo, así como abonados quincenales-- durante los riegos.

Se aplicarán insecticidas para control de - suelo y nematocidas.

Crecimiento. Cuando las plántulas empiezan a tocarse entre sí, es el momento de realizar un nuevo trasplante a macetas de unos 15 cms. de diámetro.

Durante el invierno estas plantas no deberán estar sometidas a temperaturas frías menores de 8° C.

En un período de ocho a catorce meses según las especies se podrán obtener plantas de 20 a 40 cms.

de altura y estarán listas para llevarse al campo de cultivo.

## 6.2. Reproducción Asexual o Vegetativa

Es la más recomendable, debido a que dicho método es más sencillo y mediante éste logramos mantener las características de la variedad escogida como madre.

Selección de Material Vegetativo. Se eligen una o varias nopaleras establecidas, que reúnan los requerimientos ecológicos de uso múltiple, se seleccionan aquellas pencas mayores de seis meses hasta la de tres años de edad, que no presenten daño alguno, que estén enteramente sanas, esencialmente libres de pudrición negra, mancha café, daños por insectos, malformaciones y otras enfermedades o afecciones.

Las pencas escogidas deben llenar los siguientes requisitos: que tengan medidas estándar 40 cms. de largo por 25 cms. de ancho y de 1 a 2 cms. de espesor.

El trabajo de poda en el vivero lo debe de hacer una persona experta, insertando la hoja de cuchillo bien afilado entre la base de la penca entre la parte que une a la otra, procurando que la herida sea del menor diámetro posible, a fin de disminuir el riesgo de enfermedades o cualquier otro daño, buscando además acelerar la cicatrización de las heridas.

Tratamiento de Pencas Completas y Fracciones  
de Pencas.

Es recomendable hacer las podas para obtener material de propagación 20 días antes de realizar la plantación, deberá de aplicar fungicidas en el corte a fin de que cicatricen, evitando daños por pudriciones, durante el período de corte y plantación, las pencas deberán de permanecer a la sombra para disminuir la pérdida de humedad.

Se propone la plantación de fracciones de penca en aquellos lugares alejados de los sitios de siembra y con escaso material de propagación, a fin de evitar grandes costos de transportación, para desarrollar esta práctica se recomienda:

Seleccionar las pencas en el huerto madre, después de aplicar el tratamiento que se da a las pencas completas, deberán dejarse a la sombra 10 días, luego de ese tiempo se obtendrá las fracciones a partir de las pencas, los cortes se harán tomando en consideración el tamaño de las pencas.

Los cortes de las pencas deberán tratarse con pasta Bordelesa (1:1:10) (Sulfato de cobre, cal y agua) y dejarlos a la sombra una semana, después de transcurridos los siete días, se recomienda la construcción de un Almacigo a fin de obtener el suficiente material de propagación.

Las medidas más comunes para los almacigos es un ancho de 1 metro a 1.25 metros y el largo varia-

ble según lo extenso dependerá de la necesidad de material y se deben dejar espacios intermedios entre cada almacigo.

La mezcla del suelo para el almacigo, comprende tres partes iguales de arena, tierra y estiércol.

Las fracciones deberán cubrirse con la mezcla, pero sin llegar a taparlas totalmente. Después de depositar las partes en el medio de propagación, deberán aplicarse riegos ligeros cada siete días hasta que inicie el enraizamiento, cuando los brotes alcancen una altura de 10 a 12 cms. se cubrirán completamente las fracciones para que terminen de enraizar.

Los nuevos brotes permanecerán en el almacigo unos seis meses y después de transcurrido este tiempo, estarán listos para ser implantados en el terreno definitivo.

## 7.- CULTIVO DEL NÓPAL

### 7.1. Época y Métodos de Plantación

La época más adecuada para realizar la plantación es en los meses de febrero, marzo y abril un poco antes de que se inicie el temporal.

Plantando en estos meses las pencas, emiten sus primeros renuevos en la siguiente primavera y alcanzan un buen desarrollo durante el verano y el otoño, lo cual permite en algunas variedades la fructificación en el siguiente año.

Cuando por falta de humedad en el suelo, no sea posible realizar la plantación en el período antes señalado, se recomienda realizarla en los meses de agosto o septiembre, el nopal plantado en esos meses no alcanza a emitir brotes para desarrollar la planta, pero en cambio aumenta el sistema radicular y acumula reservas que aprovechará en la siguiente primavera para la emisión de numerosos brotes, sin embargo si la humedad residual es poca, se corre el riesgo de que la planta sufra por sequía, en los primeros meses del siguiente próximo año.

Para la siembra del nopal se pueden seguir dos métodos.

- 1.- Siembra por pencas completas.
- 2.- Siembra de plantas obtenidas de fracciones de pencas.

1.- Siembra de Pencas Completas.- Este método se utiliza cuando existe suficiente material de propagación, o cuando la distancia que separa al huerto de donde se obtendrá la planta de propagación y el sitio de implantación no sea muy grande, de tal manera que los costos de transportación no resulten elevados.

La siembra se realiza colocando las dos terceras partes de la penca dentro de la tierra.

En los casos en que se pretenda establecer la plantación en terrenos con índices elevados de erosión, o pérdida total de horizontes superficiales, se recomienda realizar la plantación en cepas de profundidad variable, pudiendo ser 50 cms. de profundidas y 60 x 60 cms. de lado. Durante el diseño de la plantación los señalamientos de la localización de cada una de las cepas, deberán observar la posición central de las mismas, éstas deberán construirse con una anticipación previa a la plantación de dos a tres meses, con el objeto de ayudar a la interperización de sus capas y exponer a la acción de factores ambientales los organismos patógenos que pudieran estar localizados en el suelo. Las cepas deberán llenarse con una mezcla compuesta de dos terceras partes de estiércol bien descompuesto y una tercera parte de tierra.

En aquellos terrenos en que la superficie presenta cantidad suficiente de suelo como para sostener la vida de las plantas, se construyen bordos o camellones, los que posteriormente podrán utilizarse para la colocación de las pencas. La colocación de las mismas deberá hacerse en la parte alta del camellón y cubriendo la mis

ma en dos terceras partes. La distancia entre bordos y plantas estará supeditada a las condiciones de desarrollo de la especie, riqueza de los suelos, topografía -- del terreno, humedad disponible y tipo de manejo del -- huerto.

9  
1  
2.- Plantación de individuos obtenidos de fracciones.- En este caso la plantación se realiza colocando dentro de la tierra la parte baja de la planta de tal manera que sólo quede tapada por la tierra hasta donde llegaba en el almacigo.

#### 7.2. Preparación del Terreno.

Un terreno bien removido favorece el crecimiento y la fructificación de las plantas, mientras que el sembrado en el suelo compacto provoca un crecimiento lento y fructificación escasa.

Después de barbechar a una profundidad de 25 a - 30 cms. se procede a rastrear, con el fin de crear el medio adecuado para la siembra, los pasos de rastra estarán supeditados a la textura del suelo, sí el terreno necesita más de un paso de rastra, este deberá darse cruzado.

Tomando en consideración que el nopal no soporta los estancamientos de agua, es necesario nivelar el terreno a fin de realizar los ajustes adecuados. En los terrenos con pendientes de mediana a fuerte, 10-20 % deberán hacerse terrazas continuas o individuales a fin de evitar pérdidas de suelo por la erosión eólica e hídrica y captar mejor el agua ayudando así al crecimiento

to de la planta, en terrenos no muy inclinados se trazan curvas de nivel a partir de las cuales se diseñará la plantación.

### 7.3. Distancias de Plantación.

La separación entre plantas e hileras en una huerta de nopal, varía de acuerdo al manejo que se le vaya a dar, por ejemplo: En plantaciones de nopal para fruta van a una distancia 4 x 4 en plantas e hileras o sea 625 plantas/ha y en producción para verdura a 30 cms. hay una densidad de 330 por surco y 125 surcos por ha.  $330 \times 330 = 40,000$  pencas/ha, además debemos considerar la riqueza del suelo (mientras más pobre más separadas).

La orientación de las hileras deberá ser perpendicular a la dirección de los vientos dominantes, y si no hay peligro de erosión, deberá ser perpendicular a la trayectoria del sol. Sin embargo si hay peligro de erosión pluvial, las hileras deberán de estar en dirección de la pendiente menor y si el terreno es irregular y de gran pendiente, la plantación se hará en curvas de nivel o en sistema de terrazas.

### 7.4. Podas.

Poda de formación: es la práctica que tiene como objeto la eliminación de aquellas pencas que no se localizan en la posición o ángulo adecuado para formar la estructura predeterminada de la planta.

Se cortarán aquellos artículos que se encuentran muy juntos y en la base del tallo, una vez iniciado el-

proceso de producción, deberá combinarse tanto la poda de formación como la de producción para finalmente sólo dejar esta última.

Diferentes formas de podas de formación.

Podar en forma circular, orejas de conejo, raqueta coronada.

Podas de producción: La fructificación se presenta en un 90% en pencas de un año de edad, esta poda va dirigida a las pencas (de un año de edad) que tuvieron cosecha y de éstas se eliminan las que tuvieron tuna, - no podando aquellas que por su colocación interesan para obtener brotes nuevos para el siguiente año, (de preferencia los orientados de norte a sur ya que en ellos se presentará la próxima producción, sin embargo se tendrá que eliminar los que por su colocación no sean deseables (muy altos o en mala posición, se podarán aquellos Cladodios que presenten síntomas de enfermedades o deformaciones causadas por plagas, con el fin de facilitar la cosecha, la altura no debe ser mayor de 1.80 mts.

La época para realizar esta práctica es un poco antes de iniciar la floración y se debe hacer en el período comprendido de diciembre a enero, sin embargo donde se tienen condiciones ambientales que en el invierno -- son tan drásticas en cuanto a humedad y bajas temperaturas, los productores empiezan esta labor inmediatamente después de la cosecha o sea en los meses de septiembre a octubre.

### 7.5. Fertilización.

En base a la fertilización se tiene poco conocimiento y experiencia al respecto a manera de información se puede decir lo siguiente: Salgado (1983) dice que en la aplicación de fertilizantes se hace la observación, - que en el primer año no se aplica fertilizante químico - sólo gallinaza o estiércol; pero a partir del - segundo año de edad se recomienda en el caso del nopal - para fruta fertilizando con 400 g. por planta, aplican - do dos veces po año de una fórmula completa o rica en - potasio y así aumentar paulatinamente cada año hasta lle - gar a 1 000 g. por planta.

Edad en Años	Fórmula	Epoca de Aplicación	Cantidad Grs.
2	17-17-17	mayo - septiembre	400
3	17-17-17	mayo - septiembre	600
4	17-17-17	mayo - septiembre	800
5	17-17-17	mayo - septiembre	1 000

El fertilizante se aplica cuando se rastrilla el cajete alrededor de la planta o sea en la zona de goteo, aquí mismo se incorpora al suelo todas las malas hierbas recién cortadas, se hace notar que cuando la plantación - tiene por objeto la producción de forraje, aplicar la - fórmula 60-40-00 para fomentar el crecimiento de penca.

Hernández (1978) dice que las raíces se entrecru - zan cuando las plantas tienen distancias de 4 m. entre - ellas, por lo tanto para la aplicación de fertilizante - debe de hacerse al voleo entre hileras; las aplicaciones

de estiércol al suelo deberán de hacerse conforme vaya - desarrollando el sistema radicular del nopal, con el fin de que haya mejor distribución y por lo tanto mejor aprovechamiento de los nutrientes y humedad del suelo.

#### 7.6. Labores de Cultivo.

Después de establecer la huerta, cada año se deberán hacer las siguientes labores:

- a) Aflojar la tierra de los cajetes.
- b) Controlar las malas hierbas.
- c) Aplicar insecticidas 1 ó 2 veces al año.

a).- Para aflojar la tierra de los cajetes se recomienda hacerse con azadón y con el cuidado debido para no dañar el pie de las plantas y las raíces.

b).- Para el control de malas hierbas se puede - usar azadón o bien con un paso de rastra, los discos no deben penetrar a más de 10 cms. del suelo para evitar dañar las raíces. El número de limpieas puede variar de 2 a 3 por año dependiendo de la zona, tipo de suelo y la cantidad de lluvias. Falta mucho por investigar en el control de malas hierbas a base de herbicida selectivo para este tipo de cultivo.

c).- La aplicación de insecticidas se puede hacer 1 ó 2 veces por año dependiendo del tipo de plagas y el grado de infestación.

#### 7.7. Enfermedades y Plagas.

El cultivo del nopal pese a su gran rusticidad y resistencia, es atacado por plagas y enfermedades que se citarán a continuación:

Putridión negra.- La putridión negra es causada por un hongo parecido al Fusarium, en observaciones microscópicas directas puede verse entre microorganismos, acompañado de otros hongos de contaminación secundaria.- El vector del hongo parece ser un pequeño Estafilínido, no clasificado, que oviposita bajo la epidermis de la penca, abriendo una puerta de entrada al hongo como sucede en la gran mayoría de los casos, se ve una manchita negra, del tamaño de una munición, que va aumentando de diámetro sin perder su forma circular; a medida que la mancha crece la putridión invade los tejidos subyacentes y cuando el diámetro llega a 5-8 cm. la lesión es ya bien visible por el lado opuesto de la penca las medidas de control, los insectos no ovopositan en las plantas vigorosas con pencas de color verde intenso, cuando llegan a hacerlo se saca la putridión antes de alcanzar las lesiones un diámetro de 3-6 cm. por consiguiente, la primera medida de control consiste en mantener elevado el estado de salud de las plantas; cirugía de pencas, la eliminación de enfermedades es relativamente fácil por este método, extirpándolas antes de que alcancen un diámetro mayor de 5 cm., cuando principie la enfermedad.

Carmona de la penca.- Esta enfermedad comienza siempre en la región apical de los renuevos, las aréolas que en esa región están sumamente próximas, se resecan hasta el grado de hacerlas pulvulentas bajo una ligera presión. Al detenerse el crecimiento en una zona definida, como las zonas adyacentes continúan creciendo, al lle

gar a la madurez presenta la penca el aspecto dentado o roído que conocemos como carmona; en las pencas cercanas al suelo se puede confundir con el daño de roedores.

Mancha café.- Se manifiesta por una pigmentación de este color que comienza alrededor de las aréolas; poco a poco la pigmentación va invadiendo los tejidos adyacentes de la aréola conservando una forma toscamente redonda, como la pigmentación café se presenta en varias aréolas a la vez, la penca acaba por adquirir un color café, interrumpiéndose la función clorofílica y por consiguiente la producción de frutos y renuevos, presentándose con mayor fuerza en las pencas de más de 2 años. Posiblemente se trate de una enfermedad bacteriana transmitida por las raíces del surco en la temporada de lluvias.

Se mencionan las plagas del nopal, algunos hábitos de vida, formas de control y dosis de insecticidas:

Cochinilla o Grana.- Esta plaga durante el invierno tiene poca actividad, pero con altas temperaturas se inicia su reproducción atacando pencas y frutos; se caracteriza el daño por el aspecto de pequeñas motitas de algodón localizadas en las bases de las espinas, que al ser aplastadas muestran un color rojo púrpura en su interior, el intenso ataque puede causar la caída del fruto.

El control se hace aplicando Parathión metílico-50 o Malathión 50, cualquiera de los dos, en dosis de 100 a 200 cc. en 100 litros de agua.

Picudo barrenador.- El picudo es negro con man-

chas rojas y anaranjadas que ovopositan en las pencas, - lugar donde se desarrollan las larvas que atacan al cultivo, formando galerías dentro de la penca; el ataque se nota por la acumulación de goma que se torna amarillenta primero y finalmente de color negro; esta plaga provoca la disminución de la producción y en caso extremo la muerte de la planta.

El control se hace aplicando Parathión metílico, Malathión, con dosis de 100 a 200 cc. por litro de agua. Las larvas se controlan por medio de la poda y destrucción de las pencas afectadas.

Picudo de las espinas.- Los adultos de este coleóptero se parecen a la mosca casera, en la primavera - cuando aparecen son de color oscuro con una mancha en - el dorso en forma de cruz, las hembras depositan sus huevos en las bases de las espinas haciéndoles un pequeño - agujero, en mayo y junio nacen las larvas las cuales empiezan a dañar la penca y frutos, dando lugar a escurrimientos blancos como lágrimas de parafina, se recomienda cortar las raquetas dañadas y destruirlas.

Gusano blanco del nopal.- Las larvas causan el - daño recién nacidas, formando colonias de 20 a 30 animales y se protegen con una malla de seda; su ataque es severo, pues hacen agujeros en las raquetas formando galerías que penetran hasta la médula de las plantas destruyendo los tejidos leñosos. Expulsan sus excrementos a - través del agujero por donde penetraron y al caer al suelo forman montoncillos de arroz.

El ataque de esta plaga se puede evitar cuando -

la planta tenga nuevos brotes, cuando se detecta la aparición de esta plaga y las larvas aún no se encuentran superficialmente en la penca; el control se hace aplicando Folidol al 2 % Parathión etílico 50: las larvas que ya penetraron en el interior se destruyen las pencas -- afectadas.

Gusano cebra.- El adulto es una mariposa que pone sus huevos en las pencas, la larva, cuando se desarrolla dentro de la penca formando un abultamiento que da el aspecto de tumor, su cuerpo es de color negro azulado con franjas blancas en cada segmento, lo que da origen a su nombre, esta plaga puede aparecer en los meses de noviembre y febrero, debido a que el ataque es localizado y fácilmente detectado, su control puede ser mecánico, cortando un lado del tumor de las pencas.

Chinche café.- Es un insecto que tiene un color café rojizo de 1 cm. de longitud, que forma colonias numerosas, tiene un pico muy largo con el que chupa la savia de la planta para alimentarse; el daño se manifiesta con la aparición de manchas circulares de color amarillo, que en ocasiones puede cubrir la mayor parte de la penca y cuando el daño es muy fuerte, la cutícula endurece y se agrieta.

El control se puede hacer aplicando Folidol al 2% o Parathión etílico 50 en dosis de 100 a 200 cc. por 100 lts. de agua, también se usa el Matalhión.

Gusano cabeza roja.- Alcanza un tamaño de 1 cm. de longitud. Al nopal lo ataca en la unión de las raquetas y puede tirarlas, su excremento se parece al del gu-

sano blanco pero lo produce en menor cantidad, dado que no forma colonias.

Su control se puede realizar aplicando Supracid-40 en dosis de 1 a 1.5 litros en 100 litros de agua.

Araña roja.- Este acaro de color rojo vive sobre las pencas en colonias numerosas.

Chupa la savia de la planta y sus daños cuando son leves forman manchas con apariencia de quemaduras, pero si es intenso la raqueta se pone de color leñoso o café; cuando no se controla a tiempo esta plaga puede acabar con la plantación, su control se puede realizar aplicando Akar 33% en dosis de .5 a 1 litro en 100 litros de agua.

Gallina ciega.- Esta larva afecta al sistema radicular de la planta cuando se alimenta de sus raíces, cuando esto sucede presenta síntomas marcados de deshidratación y las pencas se empiezan a arrugar, en las raíces es visible el daño mecánico causado por la plaga, la que se presenta en las cepas debido al abono orgánico que se usa.

Se puede controlar aplicando en el momento de abonar con materia orgánica, uno de los siguientes granulados; Diasinón o Difonate granulado en dosis de 20 a 25 grs. por cepa; el heptacloro en polvo se puede usar en dosis de 45 a 55 grs. por cepa.

## 8. MATERIALES Y METODOS

### 8.1. Localización Geográfica

El municipio de Puruándiro está localizado geográficamente a los 20° 05' 16'' de latitud norte y a los 101° 30' 59'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

La altura sobre el nivel del mar es de 1 840 m., está situado al centro de la parte meridional del Estado de Michoacán, constituyendo el borde natural que limita los valles de Villachuato y el Cuatro, formados por el río Lerma.

Límites del Municipio y número de localidades.

Colinda al norte con el Municipio de Sixto Verduzco.

Al oriente con el Estado de Guanajuato.

Al sur con el Municipio de Villa Morelos y Villa Jiménez.

Al poniente con los Municipios de Angamacutiro y Panindícuaro.

Superficie total de los municipios 655,536 km<sup>2</sup>

Cuenta con 47 lugares poblados, una cabecera municipal, tres tenencias y 43 poblados o rancherías.

1a.- Cabecera Municipal Puruándiro de Calderón.

2a.- Tenencias: Manuel Villalongín, Isaac Arriaga y Galeana.

3<sup>o</sup>.- Rancherías.

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| 1.- San Jose Otonguitiro | 23.- Santa Clara             |
| 2.- San Antonio Carana   | 24.- Las Tortugas            |
| 3.- La Barranca          | 25.- Huatajo                 |
| 4.- La Quemada           | 26.- Las Ranas               |
| 5.- San Pedro Carano     | 27.- El Pilar                |
| 6.- El Reparó            | 28.- Las Letras              |
| 7.- Janambo              | 29.- Sanguijuelas            |
| 8.- La Excusa            | 30.- Los Reyes               |
| 9.- Soledad de Carano    | 31.- Chamacuero              |
| 10- Soledad de Santa Ana | 32.- La Quemadita            |
| 11- San Nicolás          | 33.- Rincón de Don Pedro     |
| 12- Villachuato          | 34.- El Fresno               |
| 13- Janamuato            | 35.- La Higüera              |
| 14- El Sabino            | 36.- Batuecas                |
| 15- La Cofradía          | 37.- Nuevo Paraíso           |
| 16- Ururuta              | 38.- Piedras Anchas          |
| 17- El Pueblito          | 39.- San Isidro de la Cuesta |
| 18- San Miguel           | 40.- Rodeo de las Rosas      |
| 19- Casas Viejas         | 41.- Santa Teresa            |
| 20- El Granjenal         | 42.- Ruvalcabo               |
| 21- San Lorenzo          | 43.- El Coloradito           |
| 22- El Armadillo         |                              |

## 8.2. Clima, Suelos y Vegetación

Clima.- Semicálido con temperatura media anual de 19.7° C. el mes más fresco es enero y en éste se registran temperaturas promedio 15.9° C., mayo es el mes más caliente con temperaturas medias promedio de 23°C., el verano es prolongado y cálido con lluvias de junio a octubre en forma irregular con una precipitación total de 750 mm anua

les.

Suelos.- Son vertisoles, Podzólicos, Chernozem, color negro-grisáceo, café-grisáceo.

Geología: Basaltos pomosos y hojosos, andesitas, tobas y cenizas volcánicas.

Vegetación.- Matorral, sub-tropical, leguminosas de pequeño porte, huizaches, mezquites, tepames.

Matorral Crasicaule formado por Opuntias, cactus y nopales.

Bosque de pino y encino.

### 8.3. Uso Actual del Suelo e Infraestructura.

#### Municipio Puruándiro

Riego	14,000=00=00
Temporal	19,961=00=00
Pradera Natural	28,619=00=00
Forestal Maderable	<u>3,226=00=00</u>
TOTAL	65,536=00=00

En condiciones bajo riego se utilizan variedades mejoradas de maíz, trigo, cebada maltera, garbanzo y freisa.

En condiciones de temporal se utilizan variedades criollas de maíz y algunas mejoradas, sorgo.

## Medias de Producción

Riego	Rend./Ha.
Maíz	4.0 Ton.
Trigo	5.0 Ton.
Garbanzo	0.7 Ton.
Fresa	16 Ton.
Cebada malteada	3.5 Ton.

Temporal	Rend./Ha.
Maíz	1.8 Ton.
Sorgo (punteado)	5.0 Ton.
Sorgo	3.0 Ton.

El nivel tecnológico agrícola, es bueno en términos generales, ya que cuenta con la influencia directa - del campo agrícola experimental del Bajío del INIA (Celaya, Gto.). Con lo que en base a el mejoramiento y adaptación de variedades y nuevo uso de tecnología, se logra-- un excelente rendimiento.

Además del uso y disponibilidad de insumos, está asegurado, ya que en esta región del Bajío Michoacano, - se cuenta con la Unión de Ejidos "Jesús Montenegro" en - Villachuato, Mich., contando con una bodega para 20,000-Tons., la cual abastece de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, aspersoras, en grandes volúmenes y a precios más bajos por ser cooperativa ejidal.

El Municipio de Puruándiro, cuenta con la siguiente infraestructura:

Carreteras	Puruándiro-Morelia-Salamanca Puruándiro-Villachuato- Pastor Ortiz-Abasolo Puruándiro-Zináparo-La Piedad Puruándiro-Zacapú
Bodegas	Varias Boruconsa, particulares Unión Ejidal "Jesús Montenegro"
Estación Fe rrocarril.	Estación Villachuato-Ramal-Apatzingán- Uruapan.
Telégrafos, correo, teléfono, S.S.A. I.M.S.S. I.S.S.S.T.E.	
Escuelas	Pre-primaria, primaria, secundaria y - preparatoria.
Granjas	Porcícolas, avícolas y de bovinos.
Agroindustrias	Transformadoras y elaboradoras de ali- mentos balanceados para animales.

Talleres de costura en las Unidades de la Mujer-Campesina, apícolas y de tejido.

Tomando en consideración que la superficie desti-  
nada a la pradera natural es debido a las condiciones --  
climáticas, el sobrepastoreo, con lo que esta cantidad--  
potencial de 28,619-00-00 clasificadas a este fin son --  
subaprovechadas, ya que al erosionarse las superficies -  
con pendientes fuertes el productor las abandona o las--

deja simplemente para pastar el ganado en forma extensiva, sufriendo así una contaminación biológica de leguminosas (huizaches), una cubierta vegetal de gramíneas *Cynodon dactylon*, muy pobre.

El objetivo de esta adaptación es tratar de demostrar a los productores el beneficio que se obtiene de estas tierras consideradas como malas de acuerdo al rendimiento del monocultivo de maíz en la región; y ayudar a detener el avance de la erosión y obtener un ingreso muy lucrativo y rentable.

#### Variedades utilizadas.

- |                                |       |          |
|--------------------------------|-------|----------|
| A) <i>Opuntia ficus indica</i> | 2,000 | plantas. |
| B) <i>Opuntia Megacantha</i>   | 200   | plantas. |

#### 8.4. Descripción de las Variedades

##### A) *Opuntia ficus indica*.

Es una planta alta de 3 a 5 m. o más, de tallo leñoso bien definido de 60 cms. a 1.5 m. de altura y 20 a 30 cms. de diámetro, sus artículos son oblongos - hasta largamente abovados de 30 a 60 cms. de largo y 20- a 40 cms. de ancho y 1.9 a 2.8 cms. de grueso, color ver de opaco, integran ramas de varios artículos, que forman una copa muy ramosa aréolas distantes, separadas entre sí de 2 a 5 cms., pequeñas angostamente elípticas de 2 a 4.5 mm. de largo y 3 mm. de ancho, espinas casi siempre ausentes y cuando existen son escasas y pequeñas, gloqui das más o menos numerosas amarillas, cadúcas; flores de 7 a 10 cms. de diámetro y como de 6 a 8 cms. de largo,--

segmentos interiores del perianto ovados hasta ampliamente cuneados, abovados, agudos hasta truncados enteros, mucronados o denticulados, amarillos con la porción media rojiza o verdosa; segmentos interiores del pericarpelo con algunas espinas pequeñas cáducas. Fruto oval de 5 a 10 cms. de largo y de 4 a 8 cms. de diámetro, esta variedad es de las más utilizadas para consumo como verdura.

#### B) *Opuntia megacantha*.

Nopal erecto y arbóreo de 4 o más metros, tronco cilíndrico que se vuelve leñoso al paso del tiempo, flores amarillas, fruto color amarillo claro, muy jugoso y rico en azúcares, no se extrae ningún subproducto de esta tuna, pero su consumo como fruta es muy apreciada, existiendo una gran demanda.

Las plantas se adquirieron de una plantación situada a 14 kms. antes de llegar a la ciudad de Zacatecas, en el mismo Estado por la carretera Aguascalientes-Zacatecas, en el mes de agosto de 1984 y se plantó en septiembre del mismo año. El costo de cada penca fue de \$ 15.00 pesos.

#### 8.5. Ubicación de la Plantación.

La plantación se llevó a efecto al poniente del Municipio, en los terrenos del Ejido San Antonio Carano.

Las características más sobresalientes son:

1<sup>a</sup>.- Terreno somero de ladera con pendiente de 20%.

2<sup>o</sup>.- Profundidad del suelo, perfil algo grueso, ya - que fue posible barbechar con tractor y el - trazo se hizo por medio de terrazas.

3<sup>o</sup>.- Dimensión del terreno 5,000 m<sup>2</sup>.

Diseño de plantación, marco real 4 x 4 para Opuntia megacantha.

Se aprovecharon 4,700 m<sup>2</sup> dejando los restantes como camino para ingreso a la plantación.

En 3,200 m<sup>2</sup> se plantó la variedad para fruta O. megacantha.

O. megacantha						O. ficus indica														
x	x	x	x	x	x															
x	x	x	x	x	x															
x	x	x	x	x	x															
x	x	x	x	x	x															
x	x	x	x	x	x															
x	x	x	x	x	x															
Marco Real 4 x 4																				

Distribución de la Plantación en el Terreno.

En los otros 500 m<sup>2</sup> se plantaron los nopales destinados para verdura O. ficus indica a una densidad de - 40,000 plantas por ha. a una separación de 30 cms. entre planta y planta y 80 cms. entre surco y surco.

Aplicaciones:

Estiércol.

Opuntia megacantha.

20 Kg. por cepa x 200 cepas = 4,000 Kg. =

Opuntia ficus indica.

$5 \text{ Kg/m}^2 = 5 \times 500 = 2,500 \text{ kg.} = 6,500 \text{ kg. aplicación total.}$

Control sanitario, plagas y enfermedades.

Aplicación de fungicida Cupravit 400 gr./100 lts. agua como medida preventiva.

Se presentó ataque de picudo barrenador.

Control: Toxition 50% 1 cc./1 lt. de agua

Control de malezas (2 limpiezas manuales).

#### 8.6. Diseño Experimental

El diseño experimental de acuerdo a las características de los nopales se escogió el Método de Student-con Datos de Parcelas Apareadas, para medir el grado de adaptación para lo cual se escogieron 10 muestreos, cada muestreo se formó de 5 plantas y contamos el número de brotes, se sumaron y se dividieron para trabajar con las medias de brotes por muestreo.

9.- RESULTADOS Y DISCUSION

C U A D R O No. 1

"METODO DE STUDENT CON DATOS DE PARCELAS APAREADAS"

a) Observaciones = Número de brotes.

A) NOPAL VERDURA				B) NOPAL FRUTA			
NUMERO MUESTREO	No. BROTES POR PLANTA	SUMA	MEDIA	NUMERO MUESTREO	No. BROTES POR PLANTA	SUMA	MEDIA
1).-	5+4+6+8+3 =	26	= 5.2	1).-	2+5+4+3+3 =	17	= 3.4
2).-	4+2+6+5+5 =	22	= 4.4	2).-	5+4+6+2+3 =	20	= 4.0
3).-	6+3+4+4+2 =	19	= 3.8	3).-	4+6+3+2+5 =	20	= 4.0
4).-	5+3+4+3+5 =	20	= 4.0	4).-	3+4+4+3+2 =	16	= 3.2
5).-	4+3+4+4+5 =	20	= 4.0	5).-	4+6+3+4+2 =	19	= 3.8
6).-	3+3+4+6+3 =	19	= 3.8	6).-	4+2+3+4+3 =	16	= 3.2
7).-	5+4+2+5+2 =	18	= 3.6	7).-	2+6+2+3+5 =	18	= 3.6
8).-	4+4+3+5+3 =	19	= 3.8	8).-	2+4+4+3+2 =	15	= 3.0
9).-	5+4+5+4+3 =	21	= 4.2	9).-	5+3+4+2+6 =	20	= 4.0
10).-	4+3+5+6+4 =	22	= 4.4	10).-	4+2+6+2+4 =	18	= 3.6
		SUMA	= 41.2			SUMA	= 35.8
		MEDIA	= 4.12			MEDIA	= 3.58

C U A D R O No. 2

MEDIAS DE BROTES POR MUESTREO (A y B)

NUMERO MUESTREO	A	B	DIFERENCIAS ENTRE OBSER.	DESV. DEL PROMEDIO	$d^2$ . DE LAS DES VIACIONES.
1).-	5.2	3.4	1.8	1.26	1.5876
2).-	4.4	4.0	0.4	-0.14	0.0196
3).-	3.8	4.0	-0.2	-0.74	0.5476
4).-	4.0	3.2	0.8	0.26	0.0676
5).-	4.0	3.8	0.2	-0.34	0.1156
6).-	3.8	3.2	0.6	0.06	0.0036
7).-	3.6	3.6	0.0	-0.54	0.2916
8).-	3.8	3.0	0.8	0.26	0.0676
9).-	4.2	4.0	0.2	-0.34	0.1156
10).-	<u>4.4</u>	<u>3.6</u>	<u>0.8</u>	<u>0.26</u>	<u>0.0676</u>
	41.2	35.8	5.4	-.-	2.8840

PROMEDIO DE LAS DIFERENCIAS

$$5.4/10 = 0.54$$

$$\text{Desviación Stándar} = Sd = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{2.8840}{10-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2.8840}{9}} = \sqrt{0.3204444} = 0.566078$$

$$Sd = 0.566078$$

Error Stándar de las diferencias o error típico del promedio.

$$s\bar{d} = \frac{Sd}{\sqrt{n}} = \frac{0.566078}{\sqrt{10}} = \frac{0.566078}{3.162276}$$

$$s\bar{d} : 0.1790096$$

$$\text{Grados de libertad:} = T. \text{ al } 5 \% \quad 2.262$$

$$N-1 = 9 T. \text{ al } 1\% \quad 3.250$$

$$0.1790096 \times 2.262 = 0.4049197 \quad 5\% \quad ***$$

$$0.1790096 \times 3.250 = 0.5817812 \quad 1\%$$

El resultado obtenido se compara con el promedio de las diferencias 0.54 y se concluye que hay diferencia significativa de la variedad A sobre la B, ya que 0.54 -- es mayor que 0.4047826 al 5%, pero al 1% no hay diferencia significativa, ya que 0.5817812 es mayor que 0.54

#### 9.1 Perspectivas del establecimiento del Cultivo.

- 1).- Existe en la región una variedad criolla de nopal no muy productiva y de baja ca-

lidad, lo que impulsa al establecimiento de variedades mejoradas, las condiciones edáficas y climáticas son limitantes para otros cultivos, como es el caso del maíz y en el cultivo del nopal se cubren por ser poco exigente en cuanto a suelo, clima y necesidad de la distribución de la precipitación.

- 2).- Es factible una buena comercialización dada la situación geográfica de la región, ya que los grandes centros de consumo se encuentran no muy distantes, existiendo comunicación todo el año.
- 3).- Se generaría el establecimiento de agroindustrias para la transformación de los productos del nopal, nopales en conserva, enlatados, vinagre, nopal deshidratado para sopa, shampoo, etc. El empleo de la mano de obra en esta región traería como consecuencia beneficios económicos a muchas familias.
- 4).- El problema de plagas y enfermedades es mínimo, ya que sólo se presentó el picudo barrenador, sin que haya sido una merma significativa en la respuesta a la adaptación por este ataque.

## 9.2. Productividad de las Variedades Probadas.

- 1)- Se tomó como parámetro el número de brotes presentados en cada variedad, ya que el nopal para reeditar económicamente es a los -

tres años después de establecido el cultivo, ya que el primer año la cosecha es nula, por que las plantas sólo consiguen arraigarse. - El segundo año se considera también como etapa de crecimiento, y no se deberán de podar las plantas y dejarlas que se desarrollen libremente. El tercer año la planta producirá hasta ocho toneladas de tuna y/o 25 a 30 toneladas de verdura (nopalitos) por hectárea.

Por lo tanto la indicatriz en el número de brotes presentado para efectos de este estudio, fue la más adecuada para medir el grado de adaptación o respuesta a las condiciones de la región.

## 10. CONCLUSIONES

- 1.- Las dos variedades de nopal se adaptaron a las condiciones del suelo de la región, así como al medio ambiente, teniendo una mejor respuesta al nivel del 5% la variedad para verdura, en cuanto al número de brotes presentado. Pero al nivel del 1% las dos variedades tuna y verdura, se adaptan a estas condiciones, ya que no hay diferencia significativa, por lo tanto se puede utilizar cualquiera de las dos.

En base a la adaptación se concluye que hay respuesta del cultivo del nopal, para aprovechar superficies subutilizadas por sus características, suelos pobres, pedregosos, erosionados o por escasa precipitación.

- 2.- Es un cultivo que brinda grandes servicios para detener la erosión en los suelos causada por el arrastre de las aguas.
- 3.- La rusticidad y el bajo costo de su mantenimiento es muy remunerativo comparado con el escaso ingreso que se percibe por la siembra de maíz en espeque, azadón o por el pastoreo en estas superficies.
- 4.- El cultivo del nopal debe de ser financiado por la banca oficial y nacionalizada, proporcionarle a los productores créditos de avío y refaccionarios para el aprovechamiento del potencial que esta cactácea ofrece.

Abrir líneas de crédito y seguro para el aprovechamiento regional, ya que existe un gran mercado que -

demanda los productos del nopal.

- 5.- Los estudios realizados sobre este cultivo y los beneficios que aporta esta actácea están oscuros, - ya que casi no se dispone de material para consulta o siendo de difícil adquisición.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barrientos P.F. "Mejoramiento del Nopal (*Opuntia* spp) en México. Departamento Fruticultura UACH.
- 2.- Benson L. y D.L.W. 1968. Los Nopales de California, Revista Sociedad Mexicana Cactáceas Suculentas.
- 3.- Beutelspacher C.R. 1971. Polinización en *Opuntia Tormentosa*, *Salm-Dyck* y *Opuntia Robusta* Wendland. En el pedregal de San Angel, Rev. Soc. Mex. Cactáceas - Suculentas.
- 4.- Bravo-Hollins H. 1978. Las Cactáceas de México, Ed. UNAM, 2da. Edición.
- 5.- Cronquist A. 1984. Introducción a la Botánica, C.E.C.S.A. 2da. Edición.
- 6.- De la Loma J.L. 1966. Experimentación Agrícola Ed. UTEHA, 2da. Edición.
- 7.- Domínguez M.M. "Cultivo del Nopal de Verdura", Tesis Profesional, Facultad de Agricultura de la U. de G.
- 8.- Estrada F.E. 1977. Apuntes de la Cátedra de Ecología Vegetal, Universidad de Guadalajara.

- 9.- Hernández R.L. Distribución del Sistema Radical del Nopal (*Opuntia Amylaceae*), - Tesis M.C. Colegio de Post Graduados. SARH, Chapingo, México.
- 10- Núñez C.F.J. Manejo del Cultivo del Nopal -- (*Opuntia spp*) en México, Tesis - Profesional, Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.
- 11- Ortíz I.H. Monografías Municipales, Gobierno del Estado de Michoacán, 1982.
- 12- Ortíz V.B. Edafología, Ed. UACH. Rama Suelos, 1975.
- 13- Reiche C. Flora Excursoria en el Valle Central de México, Ed. C.E.P. 1975.
- 14- Rzedowski J. La Vegetación de Nueva Galicia,- University Herbarium, University of Michigan.
- 15- Rodríguez B.J.J. 1982. Caracteres Morfológicos - del Nopal, Tesis M.C. Colegio Post Graduados Chapingo, México.
- 16- Salgado M.A. 1984. El Cultivo del Nopal, una alternativa económica en suelos-áridos y semiáridos. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal.

